

相互教授モデルに基づく学習者向け作文支援システムの実現

山口 昌也[†]・北村 雅則^{††}・棚橋 尚子^{†††}

本論文では、学習者向けの作文支援手法として、学習者、教師、システム間で互いに作文に関する知識を教えあう相互教授モデルを提案し、Web ベースの作文支援システムを実現した。適用対象として、大学の作文教育を想定する。対象とする文章は、レポートなどの、一定の書式と文章構造が規定される文章とする。従来の作文支援システムの問題点として、(a) 文章構成や作文の内容に対する支援など、意味処理が必要となる支援が困難であること、(b) 教師の指導意図をシステムの動作に反映させる仕組みを持たず、実際の授業で運用しにくいことが挙げられる。相互教授モデルでは、作文の言語的・内容的制約を記述する「作文規則」を用いて、教師からシステムへの指導意図の伝達を可能にした。さらに、学習者による作文へのマークアップ、および、学習者同士の添削を導入し、文章構成や作文の内容に対する支援を含めた作文支援を行う。システムは学習者のマークアップ結果を利用しつつ、作文規則を作文に適用し、誤りを指摘する。本論文では、提案手法、従来手法による作文実験を行い、相互教授モデルと作文規則の有効性を確認した。

キーワード：作文支援、相互教授モデル、作文規則

An Implementation of a Writing Aid System for Students Based on a Mutual Teaching Model

MASAYA YAMAGUCHI[†], MASANORI KITAMURA^{††} and HISAKO TANAHASHI^{†††}

This paper proposed a mutual teaching model for assisting students in writing compositions, and implemented a writing aid system as a Web application based on the model where students, teachers and our system teach each other their knowledge of writing. We designed the system to use in first language writing courses in the university. The existing systems have two problems: (a) the limitation of assistance for structure or contents of composition, (b) few mechanisms that allow teachers to incorporate their educational objectives into systems. In our proposed model, a student annotates on his/her own composition and makes comments on other's compositions. And teachers define "Composition Rules" for incorporating their educational objectives into systems. Using the rules and results of the annotation, our system provides various assistance for also structure or contents of composition. By the proposed model and a coventional model, we made two composition experiments whose results showed the effectiveness of the proposed model and "Composition Rules".

Key Words: *Computer-Aided Writing, Mutual Teaching Model, Composition Rules*

[†] 国立国語研究所, The National Institute for Japanese Language

^{††} 名古屋学院大学, Nagoya Gakuin University

^{†††} 奈良教育大学, Nara University of Education

1 はじめに

1.1 本研究の背景

近年、大学では文章能力向上のため、「文章表現」の授業がしばしば行われている。実際に作文することは文章能力向上のために有効であることから、多くの場合、学生に作文課題が課される。しかし、作文を評価する際の教師の負担は大きく、特に、指導する学生数が多いと、個別の学生に対して詳細な指導を行うこと自体が困難になる¹。また、講義だけで、個別の指導がない授業形態では、学生も教師の指導意図をつかみにくく、ただ漠然と作文することを繰り返すといった受け身の姿勢になりがちである。

本研究は、上記のような現状に対処するために、大学における作文教育実習で活用できる学習者向け作文支援システムを提案するものである。

1.2 既存システムの問題点

これまでに多くの作文支援システムが提案されてきた。支援手法という観点から既存の手法を分類すると、次のようになる。

- (a) 作文中の誤りを指摘する手法
- (b) 作文する際の補助情報を提供する手法
- (c) 教師の指導を支援する手法
- (d) 作文を採点する手法

(a) の手法は、ワードプロセッサなどのスペルチェッカや文法チェッカとして、広く利用されている。また、より高度な文章推敲や校閲を支援するための手法 (梅村, 増山 2007; 笠原, 小林, 荒井, 絹川 2001) も考案されている。教育分野への適用では、第2言語学習者向けの日本語教育分野での研究が盛んである。例えば、第2言語学習者の誤りを考慮して、文法誤りなどを指摘する手法 (Chodorow and Leacock 2000; 今枝, 河合, 石川, 永田, 梶井 2003; Brockett, Dolan, and Gamon 2006) がある。

さらに、(b) の手法としては、文章作成時の辞書引きを支援する手法 (Takabayashi 2004)、翻訳時にコーパスから有用な用例を参照する手法 (Sharoff, Babych, and Hartley 2006) などがある。これらは、学習者用というよりも、ある程度すでに文章技術を習得している利用者向けの手法である。

(c) のアプローチは、学習者を直接支援するのではなく、作文指導を行う教師を支援することにより、間接的に学習者の学習を支援する手法である。この種のアプローチの例としては、教

¹ 筆者の一人は、1 クラス 30 名程度のクラスを週 10 コマ担当している。延べ人数にして約 300 名の学生に対して、毎週添削してフィードバックすることは極めて困難であるため、半期に数回課題を提出させ、添削するに留まっている。

師の添削支援システム (Usami and Yarimizu 2007; 砂岡, 劉 2006) に関する研究がある。これらの研究では、日本語教育の作文教育において、作文とそれに付随する添削結果をデータベースに蓄積し、教師の誤用分析などを支援する。

(d) の手法は、小論文などの文章試験を自動的に採点することを目的に開発されている手法である。代表的なシステムとしては、英語の小論文を自動採点する、ETS の e-rater (Burstein, Kukich, Wolff, Lu, Chodorow, Braden-Harder, and Harris 1998) がある。また、e-rater を組み込んだオンライン作文評価システム Criterion²も開発されており、grammar, usage, mechanics, style, organization & development という観点から作文を評価し、誤りの指摘などもあわせて行われる。なお、日本語でも、e-rater の評価基準を踏襲して、石岡らが日本語小論文評価システム Jess (Ishioka and Kameda 2006) を構築している。また、井上らが Jess を Windows 用に移植し、大学において日本語のアカデミックライティング講座への導入を検討している (井上, 佐渡島 2005)。

以上の手法のうち、学習者を直接支援対象としうる手法は、(a)(d) である。大学における作文実習に、これらの手法を適用することを考えた場合、次の二つの問題があると考ええる。

問題点 1: 意味処理が必要となる支援が困難なこと 大学の文章表現では、レポート、論文、手紙、電子メール、履歴書などを題材として、表記・体裁、文法、文章構成（例：テーマに即した文章の書き方、論理的な文章の書き方）、要約の方法、敬語の使い方など、広範囲な文章技術を習得対象としている (庄司, 山岸, 小野, 安達原 2007; 沖森, 半沢 1998)。

それに対して、現状の作文支援システムは、表記・文法に関しては、手法 (a)(d) で誤りの指摘が行われているが、意味的な解析が必要となる支援については、部分的に実現されるにとどまっている。例えば、前述の Criterion では、導入部 (introduction material) や結論部 (conclusion) などの文章要素を自動的に認識し、それぞれの部分の一般的な記述方法を表示することができる。しかし、現在の自然言語処理技術では、学習者の支援に耐えうるほどの精度で意味解析を行うことは難しい。そのため、作文課題に必要な記述が含まれているか³、記述内容の説明が不足していないか、意味的な誤りや矛盾はないか、といった深い意味解析を必要とする支援は困難である。

問題点 2: 教師の指導意図をシステムの動作に十分反映できないこと 前述のとおり、教師が用意する作文課題には、学術的なものから実社会で役立つものまで様々なものがある。各課題を課す際には、学習者の作文の質を向上させるために、それぞれの目的に応じた到達目標やそ

² <http://criterion.ets.org/>

³ 例えば、得意料理の作り方を記述する課題では、材料や料理手順に関する記述は必須的な内容であろう。

れに応じた学習支援を設定する。したがって、教師が実習で作文システムを利用するには、課題の内容に応じて、教師がシステムの支援内容をコントロールできなければならない。例えば、電子メールの書き方を習得するための課題であれば、電子メールに書かれるべき構成要素（例：本文、結び、signature など）が存在するか、また、適切な順序で書かれているかを検査し、誤りがあれば、指摘するという支援が考えられる。このような支援を行うためには、電子メールに書かれるべき構成要素とその出現順序を、教師が規則として作文支援システム中で定義できなければならない。

現状の作文支援システムの中では、手法 (d) の作文採点システムが、作文評価用のパラメータの設定手段を持っている（自動採点システムにおける作文評価手法は (石岡 2004) に詳しい）。例えば、Windows 版 Jess の場合は、修辞、論理構成に関する各種パラメータの採点比率、および、内容評価用の学習用文章をユーザが指定できるようになっている。このように、既存の規則のパラメータを設定することは可能である。しかし、教師が新たな規則を定義できるまでには至っておらず、教師の指導意図をシステムの動作に反映することは難しいのが現状である。

1.3 本研究の目的

そこで、本研究では、上記の二つの問題を解決するための手法を提案し、作文支援システムとして実現する。

まず、問題点 1 に対しては、「相互教授モデル」を導入する。このモデルでは、学習者、教師、システムが互いの作文知識を教授しあうことにより、学習者の作文技術を向上させる。従来のシステムのように、作文支援システムだけが学習者に作文技術を教授するのではなく、学習者・システム間、学習者同士で作文技術を教授しあうことにより、システム単独では実現できない、深い意味処理が必要で、多様な文章技術に対する支援を可能にする。

また、問題点 2 に対しては、「作文規則」を用いる。この規則は、学習者の作文の構造、および、内容を規定するための規則である。教師は、作文課題に基づいて作文規則を決定する。システムは、作文規則に基づいて、学習者の作文をチェックし、誤りがあれば、それを指摘する。本稿では、作文規則の形式、作文への適用方法について示す。

本論文の構成は、次のようになっている。まず、2 章ではシステムの構成について述べる。3 章では相互教授モデルの提案を行い、4 章では作文規則の定義と作文への適用方法を示す。さらに、提案手法の有効性を検証するために、5 章で提案手法・従来手法による作文実験を行い、6 章で実験結果を評価・考察する。そして、最後に 7 章でまとめを述べる。

2 システム構成

本システムの構成を図1に示す。本システムは、Webサーバ上のWikiとして動作し、教師が作文課題用のサイトを構築する。学習者は、Webブラウザを介して作文するとともに、互いの作文を添削する。システムは、教師の設定した「作文規則」に基づいて、学習者の作文をチェックする。作文、および、添削結果は、WikiコンテンツとしてWebサーバ上に格納されていく。システムは、教師に対して、作文を分析する手段を提供する。

本システムの機能は、Wikiのプラグインとして実現される⁴。プラグインは、次の4種類に大別される。

編集関連プラグイン：WYSIWYG エディタとして機能する⁵。エディタとしての基本的な機能の他、学習者による作文へのマークアップ、Webサーバへの作文の保存（排他処理を含む）ができる。作文結果は、XHTMLとしてWikiコンテンツの中に埋め込まれる。図2に編集プラグインの実行例を示す。

エラー検出プラグイン：「作文規則」に基づき、作文をチェックする。チェックは、作文を保存する際に行われ、結果はWikiページに保存される。作文規則は、3.3節、4節で詳しく説明する。

添削関連プラグイン：学習者同士の添削を支援する。添削時には、まず、作文の該当箇所にハイパーリンクを作成する。添削の内容は、リンク先のWikiのページに記入する。図2中の「冗」

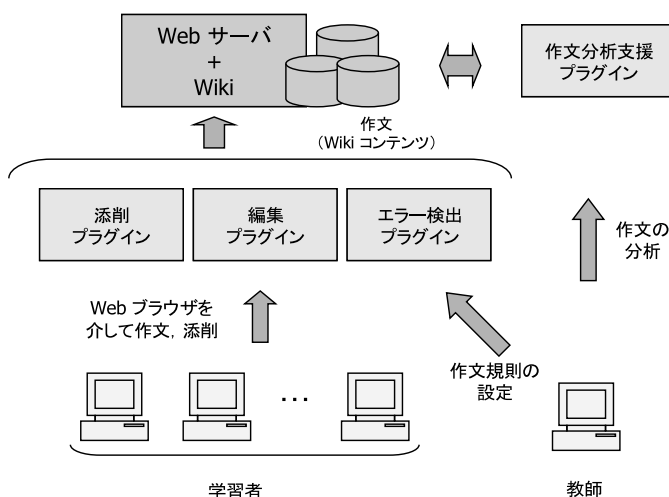


図1 システム構成

⁴ Pukiwiki (<http://pukiwiki.sourceforge.jp/>) を利用している。

⁵ TinyMCE (<http://tinymce.moxiecode.com/>) を拡張している。



図 2 編集プラグインの実行例

「□」⁶などのアイコンは、ハイパーリンクの例である。

作文分析支援プラグイン：作文中の文字数、文数、段落数、添削数などの統計や作文の検索など、主として教師が学習者の作文を分析するための役割を果たす。

Wiki を利用している理由の一つは、Web コンテンツを作成するのが容易なことである。Wiki は、HTML のタグではなく、Wiki の簡易的なタグで Web ページを作成できる。作文教育の担当教師は、必ずしも Web システムの利用や Web コンテンツの作成に精通しているとは限らない。しかし、もし、作文支援システムを含めた Web コンテンツを容易に作成できれば、授業の資料を含めた形の作文用の Web サイトを構築するという形で、作文支援システムを授業の中に導入しやすくするなると考えられる。

Wiki を利用した、もう一つの理由は、プラグインとして実装することにより、機能の拡張や

⁶ それぞれ「冗長表現」「口語表現」を指摘する添削である。

その利用が容易になるためである。作文課題のテーマや授業での利用方法は多様であり、システムの拡張性やその利用の容易性は重要である。Wiki のプラグインとして実装すれば、必要に応じて、機能を拡張することが可能であると同時に、拡張したプラグインを通常のプラグインと同様に Wiki コンテンツに埋め込むことができる。

3 相互教授モデル

3.1 概要

本節では、本システムの特徴である「相互教授モデル」について述べる。

このモデルは、学習者、教師、システムが互いの作文に関する「知識」を教授しあうことにより、学習者の作文を支援する。概要を図 3 に示す。この図のとおり、このモデルには、教師 ⇄ システム、学習者 ⇄ システム、学習者 ⇄ 学習者、という三つのタイプのインタラクションがある。

このモデルの中で、学習者は二人以上を想定する。通常は、10 名以上の学習者を想定し、特定の学習者間だけでなく、複数の学習者間でインタラクションが行われるようにする。これは、後述するように、学習者間のインタラクションにおいて、誤った作文知識が教授されるのを防ぐためである。

教師は作文規則をシステムに「教授」し、システムがその作文規則に基づいて、個別の学習者とインタラクションしつつ、作文をチェックする。

実際の授業で利用する場合は、次の手順で示すように、作文課題に関連する授業と本モデル

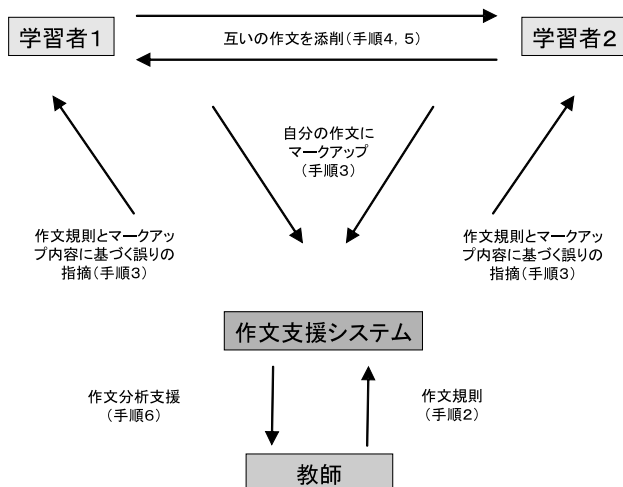


図 3 相互教授モデルにおけるインタラクション

とを組み合わせ運用することを想定している。

手順 1 教師が、学習者に対して作文を書く前の事前授業を行う。

手順 2 教師がシステムに対して「作文規則」(4 節を参照のこと)を設定する(教師 \Rightarrow システム)。

手順 3 学習者がそれぞれ作文する。この際、自分の作文に対して、各種のマークアップを行う(学習者 \Rightarrow システム)。また、作文の過程で、システムが学習者の作文をチェックし、チェック結果に基づいて、学習者が自分の作文を修正する(システム \Rightarrow 学習者)。

手順 4 他の学習者の添削を行う(学習者 \Leftrightarrow 学習者)。

手順 5 学習者が添削結果に基づき、自分の作文の修正を行う(学習者 \Leftrightarrow 学習者)。

手順 6 システムが教師に対して、作文の分析支援を行う(システム \Rightarrow 教師)

手順 7 分析結果に基づき、授業で教師が学習者を指導する。

この後の節では、それぞれのインタラクションでどのような作文知識が教授され、どのように学習者の知識獲得につながるのか、ということを説明する。

3.2 教師 \Leftrightarrow システム

まず、教師からシステムへは、教師自身が設定する「作文規則」が教授される(手順 2)。作文規則は、作文の表記、文法、文体、文章構造などの言語的な規則に加えて、作文の形式や内容を規定する規則である。一般的には、作文課題ごとに学習者に教授したい事柄(以後、「指導項目」)が存在するので、その指導項目に基づいて、作文規則が決定される。なお、指導項目は、教師が手順 1 で授業する内容と基本的に対応する。

例えば、本論文の 5 節で実施した実験では、「章立て」の習得を目的として、「旅行計画」をテーマとする作文課題を出している。教師は、この目的とテーマを満たす作文が書かれるように、作文規則を設定する。この実験の場合、1 文の長さ、文体(です・ます調で書く)といった一般的な作文上の規則に加えて、「章立て」に関する作文規則を設定した。さらに、作文のテーマに則して、必ず記述しなければならない項目(以後、「必須記述項目」)を設けて、作文規則とした。具体的には、「旅行計画」というテーマから、「旅行目的」「スケジュール」などを必須記述項目としている。

一方、システムから教師へは、学習者が作成した作文を分析するための機能が提供される(手順 6)。具体的には、(1) 作文規則の作文への適用結果の集計、(2) 作文中の文字、文、段落数などの集計、(3) 全作文に対する横断的な全文検索、(4) 学習者同士の添削結果の集計などである。教師は、これらの機能を使って、全学習者の作文を分析(例えば、誤りの傾向分析)をした上で、授業で学習者を指導する(手順 7)。

3.3 学習者 ⇔ システム

学習者とシステムとの間のインタラクションは、学習者が作文する過程で行われる（手順3）。学習者は、自分の作文に対して、マークアップを加える。それに対して、システムは、作文に対する自動的なマークアップと、学習者のマークアップ結果を利用しつつ、作文規則を作文に適用する。そして、図4のように、作文規則に適合しない部分を学習者に指摘する。

学習者が実際にどのようなマークアップを行うかは、教師の指導項目や自動的なマークアップの精度などに応じて決定する。例えば、5節の実験では、章節タイトル、引用部分などの言語的な要素の他に、「旅行目的」「スケジュール」といった必須記述項目の記述範囲に対するマークアップを行っている。これは、この実験の教育目的が「章立て」の習得であり、作文テーマが「旅行計画」だからである。このように教育目的上、重要な部分については、自動的なマークアップの精度にかかわらず、学習者によるマークアップを行う。

学習者のマークアップが、学習者の作文技術習得に与える効果は、二つある。一つは、学習者自身が自分の作文に対してマークアップすることによって、教師が学習者に対して習得してほしいと考えている事柄を学習者が自覚的に確認しつつ、作文を行うことができることである。また、マークアップを行うことは、他者であるシステムに対して作文知識を「教える」ことになる。したがって、CAI 関連研究において、(小谷 1989) や (大林, 下田, 吉川 2000) が主張しているように、学習者の自発的な学習を促し、学習者自身の作文知識が整理・詳細化されることが期待される。

学習者がマークアップすることの、もう一つの効果は、現在の自然言語処理技術では十分な精度で解析することが困難な対象に対しても、マークアップが可能になることである。現在のシステムでは実現困難なマークアップ処理を学習者が行えば、作文規則にそのマークアップ結果を取り込んで、学習者の作文を検査することが可能になる。

■チェック結果

- 著者名が書かれていません。
- 次の章節タイトルは、章節番号がないか、正しい形式 (例:「2.」「2.1」) ではありません。
 - － はじめに
- 1文に含まれる文字数が多すぎます。複数の文に分けましょう。
 - － 4月に入り、新しい生活が始まる人たちも多いと思いますが、新しい職場や学校に最初から遅刻しては、その印象が今後も付きまってしまうので、大学生の読者を想定して、寝坊しないための方法を考えてみることにしました。
- です・ます調で書かれていないようです。
 - － した回数が多い方法である。複数の目覚しを

図4 システムによるチェック例

例えば、上記でマークアップの例として挙げた「旅行目的」を自動的に検出するには、表層的な解析のみならず、意味的な解析が必要になると思われる。しかし、学習者がマークアップを行えば、「旅行目的」が記述されているか否かを機械的に判断し、記述されていない場合は、学習者にその誤りを指摘できる。

3.4 学習者 ⇔ 学習者

学習者間のインタラクションは、互いに作文に対して、コメントしたり、質問しあうことである。コメントや質問の内容についての制限はないが、(a) 誤字・脱字の指摘、(b) 語の用法や文法の誤りの指摘、(c) 内容に対する質問、(d) 文章構成などの改善案などを、教師が学習者に事前に推奨しておくものとする。学習者が行ったコメント、質問などは、システムが管理し、学習者同士が掲示版システムを用いて対話できるようにする。図5に添削例を示す。

学習者間のインタラクションが学習者の作文技術習得に与える効果は、学習者とシステム間のインタラクションと同様、学習者が他人に教授することによる効果と、広範な支援内容を実現できる点にある。ただし、その効果の内容は異なる。

まず、他人に教授することの効果について説明する。学習者が他の学習者の作文に対してコメントや質問をすることは、コメントするだけの知識を自ら持たなければならず、学習者自身の知識が整理・詳細化されると考えられる。また、他人の作文を読むということは自分の作文作成の参考にもなる。自分の作文に対してマークアップする場合と異なるのは、添削した相手や他の学習者から添削自体に対する反応があることである。そのため、学習者（添削者、被添削者）の作文知識が矯正・強化される可能性がある。具体的には、(a) 誤った知識に基づいて他人の作文を添削した場合でも、学習者同士の対話の過程で誤った知識が矯正されうること、(b) 複数の添削者が同じ内容の添削を行えば、その添削内容の信頼性が被添削者や他の添削者にも

対象文⁺

4日目は馬に乗るために乗馬訓練をします。午後には遊牧民の家庭を訪問します。夜には草原でバーベキューをしながら、満天の星を眺めて国満喫します。

コメント⁺

- 満喫するには、何を満喫するのかを書く必要があるかと思います。モンゴルの星空を満喫するのか、モンゴルの大自然を満喫するのか、書いたほうがわかりやすいと思います。 -- s7? 2008-07-15 (火) 18:49:55
- 何を満喫するかわかりにくいので、明記したほうがよいのでは？ -- s8? 2008-07-18 (金) 13:41:19
- はい。そうします。 -- s11? 2008-07-23 (水) 09:46:01

お名前:

図 5 添削例

伝わること⁷, などが挙げられる。

次に, 広範な支援内容を実現できるという点について説明する。学習者とシステム間でのインタラクションでも同様の効果が得られるが, 学習者間のインタラクションはそれを補完する役割を果たす。つまり, 学習者・システム間のインタラクションでは, 作文規則に記述できる範囲でしか支援しかすることができない。それに対して, 学習者間のインタラクションでは, 添削する側の学習者の作文知識の範囲での支援が可能である。

以上のような学習効果がある一方, 添削するのが学習者であり, 専門家でないことから, 添削内容に誤りが含まれる可能性を考慮しなければならない。そこで, 本モデルでは, 二つの対策を考えている。一つは, 一人の学習者の作文に対して, 複数の学習者が添削し, 添削内容について議論できるようにすることである。もう一つは, 添削用の掲示板システム上に, 教師が部分的に介入することにより, 添削者・被添削者が互いに解決できないような場合に対処することである。

3.5 他の教授モデルとの比較

本節では, ユーザ(学習者)による知識の教授という面から, 相互教授モデルと既存の教授モデルとを比較する。

まず, 学習者同士の教授という面から見てみると, 作文教育では従来から学習者同士の添削を導入している。例えば, 国語教育では, 学習者同士が作文を交換しあって読みあわせる「相互推敲」と呼ばれる手法が用いられている(田近, 井上 2006)。また, 第2言語学習者に対する作文教育でも, 学習者同士で推敲しあう, ピア・レスポンスと呼ばれる手法が導入され, 成果を挙げている(原田 2006)。

これらの教授モデルと相互教授モデルとの違いは, 本教授モデルでは, 教師の指導項目が習得されているかをチェックする手段が, 第三者であるシステムに作文規則として取り込まれている点である。教師の指導意図が学習者に伝わっているかを確認する場合, 従来のモデルでは, 各学習者の作文を個別に確認しなければならないが, 本教授モデルでは, 作文規則を用いて教師の指導意図を徹底させつつ, 学習者同士の知識教授を実現することができる。このことは, 学習者の習得結果を確認しづらい, 多人数を対象とした授業において, 特に有効である。

次に, 工学的な見地, つまり, ユーザ・システム間の知識教授という側面から本モデルと既存手法とを比較する。従来から, 自然言語処理システムでは, 全自動で十分な精度の解が得られない場合, ユーザとのインタラクションが用いられてきた。最も一般的に利用されているのは, 仮名漢字変換システムである。1.2 節の問題点2で取り上げた意味処理に関しても, GDA(橋田 1998)を用いて, ユーザが意味的情報をアノテーションする手法が提案されている(例え

⁷ 図5は, (b)の例である。

ば、(綾, 松尾, 岡崎, 橋田, 石塚 2005) による要約生成)。

本モデルが既存手法と異なる点は、(1) アノテーションが学習者にとって手間になるのではなく、作文技術を習得する助けになる (3.3 参照) という、積極的な意味を持つこと、(2) 複数の学習者が存在するため、アノテーションの誤りを修正できる可能性があることである。二つ目の特徴は、誤ったアノテーションを行う可能性がある学習者をユーザとする作文支援システムにとっては、アノテーション結果を有効利用する上で重要である。

4 作文規則

4.1 定義

作文規則は、学習者の作文が教師の指導項目に適合しているか検査するための規則である。本システム上で作成される作文は、XML を用いて、内部的に構造化されており、作文規則はその構造に対して適用される。作文規則の例を表 1 に示す。なお、これらの規則は、5 節の実験で、実際に使用した作文規則の一部⁸である。

作文規則は、次の 4 種類のテンプレートを論理的に結合することにより構成する。テンプレート中の作文要素 e_i, e_j は、作文自体、文、段落、文字など、作文を構成する言語的な要素である。なお、作文要素には、学習者がマークアップする言語要素も含まれる。

テンプレート 1: $include(e_i, e_j, N)$

テンプレート 2: $child(e_i, e_j, N)$

テンプレート 3: $locate(e_i, e_j, P)$

テンプレート 4: $correspond(e_i, e_j, R)$

テンプレート 1 と 2 は、作文要素の包含関係を規定する。作文要素 e_i が e_j を N だけ含む場合、作文とテンプレートが一致したことになる。 N は、 e_j の個数を表し、定数、もしくは、数値範囲で指定する。テンプレート 1 と 2 との違いは、テンプレート 1 では e_i が e_j を単に包含していればよいのに対して、テンプレート 2 では、 e_j が e_i の子要素となっていなければいけないところである。

この二つのテンプレートの使用例として、表 1 の作文規則 1, 17 を挙げる。作文規則 1 は、「作文には、一つの作文タイトルが存在する」ことを規定するもので、作文要素「作文」の中に、子要素として作文要素「作文タイトル」が一つ含まれることを意味する。作文を XML で記述した例を図 6 に示す。

一方、作文規則 17 は、必須記述項目の「旅行の目的」が作文中に書かれているかを検査する

⁸ 表 1 には、「章」の規則しか記載していないが、実際には、「節」「小節」「小々節」に関する規則がある。「章」と類似する規則となるので、省略した。

表 1 作文規則の例 (一部)

	規則の説明	作文規則
1	作文には, 一つの作文タイトルが存在する	<i>child</i> (作文, 作文タイトル, 1)
2	作文には, 一人の著者が存在する	<i>child</i> (作文, 著者, 1)
3	作文タイトルは作文の冒頭にある	<i>locate</i> (作文タイトル, 作文, 先頭)
4	作文には章が三つ以上ある	<i>child</i> (作文, 章, 3 以上)
5	序章には, 作文の概要が書かれている	<i>include</i> (序章, 概要, 1) and <i>locate</i> (序章, 作者, 直後)
6	終章には, 作文のまとめが書かれている	<i>include</i> (終章, まとめ, 1) and <i>locate</i> (作文, 終章, 末尾)
7	章は, 二つ以上の下位節を含むか, 下位節を含まない	<i>child</i> (章, 節, 2 以上) or <i>child</i> (章, 節, 0)
8	章の下位構造は節である	<i>child</i> (章, 節, 0 以上) and <i>child</i> (章, 小節, 0) and <i>child</i> (章, 小々節, 0)
9	章のタイトルには番号をつける	<i>child</i> (章タイトル, 章番号, 1)
10	1 段落は 500 文字以下であることが好ましい	<i>desirable</i> (<i>include</i> (段落, 文字, 500 以下))
11	1 文は 100 文字以下であることが好ましい	<i>desirable</i> (<i>include</i> (文, 文字, 100 以下))
12	図は, 図のタイトルを持たなければならない 図タイトルは, 図の直下になければならない	<i>locate</i> (図, 図タイトル, 直後) and <i>include</i> (図, 図タイトル, 1)
13	句点の表記は, 「。」「.」のいずれかに統一する	(<i>include</i> (作文, “。””, 0) and <i>include</i> (作文, “.”, 1 以上)) or (<i>include</i> (作文, “。””, 1 以上) and <i>include</i> (作文, “.”, 0))
14	文体は「ですます」調で書く	<i>include</i> (作文, だ・である形態素, 0)
15	話し言葉を用いてはいけない	<i>include</i> (作文, 話し言葉形態素, 0)
16	引用は出典を明記しなければならない	<i>correspond</i> (引用, 出典)
17	作文には「目的」を書く	<i>include</i> (作文, 目的, 1 以上)
18	作文には「予算」を書く	<i>include</i> (作文, 予算, 1 以上)
19	作文には「日程」を書く	<i>include</i> (作文, 日程, 1 以上)
20	作文には「イベント」を書く	<i>include</i> (作文, イベント, 1 以上)
21	作文には「導入部」がある	<i>include</i> (作文, 導入部, 1)
22	作文には「まとめ」がある	<i>include</i> (作文, まとめ, 1)

ための規則である。したがって、作文規則 1 とは異なり、作文の子要素ではなく、作文に単に包含されていればよい。図 6 では、2 章の章タイトルに「目的」タグとして付与されており、「作文」要素に包含された構造になっている。

テンプレート 3 は、作文要素間の位置関係を規定する。作文要素 e_i と e_j が位置関係 P のときにテンプレートと一致したことになる。 P の値は、「直前」「直後」「前」「後」「先頭」「末尾」のいずれかを取る。このテンプレートの使用例としては、表 1 の規則 3 を挙げる。この規則では、図 6 のように、「作文タイトル」要素が「作文」要素の先頭にあることを規定する。

```

<作文>
<作文タイトル>「東北めぐりの旅」計画</作文タイトル>
<著者>山田太郎</著者>
<章 type="序章">
  <章タイトル>1. はじめに</章タイトル>
  <段落>
    <文>もうすぐ夏休みです。</文> ....
  </章>
<章>
  <章タイトル><目的>2. 旅行の目的</目的></章タイトル>
  <節>
    <節タイトル>2.1 友人との交流</節タイトル>
    <段落>
      <文>今回の旅行は、私以外に地元の 4 人が参加します。</文> ....
    </章>
  </章>
</作文>

```

図 6 構造化された作文の例

テンプレート 4 は、作文要素間の対応関係を規定し、作文要素 e_i と e_j が対応関係 C であることを示す。対応関係には、「引用・出典」「図表参照」がある。このテンプレートの例としては、表 1 の作文規則 16 を示す。この規則は、引用を行った場合、必ず出典を示すことを指導するためのものである。

以上の四つのテンプレートに対して、論理演算子 (*and, or, not*) を適用することにより、複数のテンプレートを論理的に結合させることができる。また、演算子 *desirable* を適用することにより、必須的な作文規則なのか、任意的な作文規則なのか（従ったほうが好ましい規則なのか）を表現することができる。

作文規則 R の形式は、次の BNF で規定される。

$$\begin{aligned}
 R &::= R' \mid \text{desirable}(R') \\
 R' &::= (R' \text{ and } R') \mid (R' \text{ or } R') \mid \text{not}(R') \mid \\
 &\quad \text{include}(e_i, e_j, N) \mid \text{locate}(e_i, e_j, P) \mid \text{correspond}(e_i, e_j, C)
 \end{aligned}$$

4.2 作文規則に基づく誤り検出

作文規則に基づく誤り検出は、次の手順で行う。

- (1) 作文要素の付与
- (2) 規則の適用

(3) エラーの生成

4.2.1 作文要素の付与

作文要素の付与方法には, (a) 生テキストに自動付与, (b) 学習者が付与, (c) (b) で付与された情報を利用して自動付与, の3通りがある. どのような作文要素を付与するかは, 作文規則(つまり, 教師の指導項目)に依存するが, ここでは, 表1に示した作文規則中の作文要素と関係づけつつ, 三つのタイプの作文要素の付与方法を説明する.

まず, (a) の方法で付与される作文要素は, 自動的な認定の精度が高いものが対象となる. 認定の精度が低い場合や, 精度が高くても, 必須記述項目に関連した作文要素のように教育上の重要性が高い部分については, (b)(c) の付与方法を取ることになる.

表1中の作文要素のうち, (a) の方法で付与された作文要素は, 「作文」「段落」「文」「文字」「章番号」「話し言葉形態素」「だ・である形態素」である. これらは, 表層的なパターンマッチングや形態素解析結果を利用して付与されている. 例えば, 「文」は, 改行情報や句点(。)などの表層的な情報に基づいて認定している. また, 「話し言葉形態素」は, 作文全体を形態素解析し, 主として, 話し言葉でよく用いられる文末の助詞, 助動詞を「話し言葉形態素」として認定している⁹.

次に, (b) のタイプの作文要素は, 学習者が作文作成時にマークアップする. 表1中の作文要素のうち, このタイプの作文要素としては, 章節タイトル(「章タイトル」「節タイトル」など), 「引用」「出典」「作文タイトル」「著者」に加えて, 必須記述項目に関連する作文要素「目的」「日程」「予算」「イベント」「導入部」「まとめ」がある.

(c) のタイプの作文要素の例としては, 作文要素「章」(図6参照)がある. 「章」要素の範囲を自動認定する際には, 学習者がマークアップした「章タイトル」の付与結果を利用する¹⁰. また, 必須記述項目の「導入部」についても, 第1章の「章」要素を「序章」として認定するのに利用されている(図6では, 「章」要素の type 属性値として記述されている).

4.2.2 作文規則の適用とエラーの生成

作文規則の適用は, 学習者が作文を保存するタイミングで実行される. 作文が保存されると, まず, (前節で説明した) 付与方法(a)(c)の順序で作文要素を付与する. その後, すべての作文規則を順次, 作文に対して, 適用する.

もし, 作文規則に合致しない場合は, エラーとして学習者に伝達する. エラーメッセージは,

⁹ 今回は, 形態素解析システム MeCab (<http://mecab.sourceforge.net/>), 辞書として Jumandic を使用し, 「か」以外の終助詞, 接続助詞「けど」, 助動詞「んだ」, 動詞語尾「ちゃ」「りゃ」(例: 食べりゃいい)などを「話し言葉形態素」として検出した. 認定方法は, (黒橋, 河原 2005)を参考にした.

¹⁰ 次の章タイトル, もしくは, 文章末までを章の範囲として自動認定する.

個々の作文規則ごとに対応づけられているものとする。実際の実行結果については、3.3 節の図 4 を参照されたい。

5 実験

本節では、提案した相互教授モデルの有効性を検証するために、実現した作文支援システムを用いて、作文実験を行う（実験 1）。さらに、従来からの作文教育との比較を行うために、システムを利用しない場合の作文実験も行う（実験 2）。なお、本論文の実験で検証対象とするのは、提案した相互教授モデルのうち、手順 2 から手順 5 に相当する部分である。システムから教師への知識教授（手順 6）については、本稿では扱わない。

5.1 実験 1

実験 1 では、実現したシステムを利用して、作文実験を行った。作文のテーマは「旅行計画」、教育上の目標は文章の「章立て」に関する技術習得とした。実験の条件は、次のとおりである。

- 被験者：大学 1～3 年生（教育学部）26 名
- 作文テーマ：旅行計画（著者自身がこれから行く旅行の計画を他人に説明する）
- 想定する読者：年上を含む、不特定多数の読者
- 文体：必要がない限り、口語表現は避ける。また、ですます調で書く。
- 作文規則：表 1 の作文規則を用いる。
- 学習者によるマークアップ対象：作文タイトル、著者、章節タイトル（章、節、小節、小々節）、引用、出典、図タイトル、[以降、必須記述項目] 旅行の目的、日程、予算、旅行中のイベント、導入部、まとめ

実験手順は、次のとおりである。システムは、インターネット上の Web サーバ上に設置し、各被験者は好みの時間と場所で実験を行った。ただし、各段階の実施期間を定め、すべての被験者が同じ期間に同じ段階の実験を行うようにした。

- (1) 章立てに関する資料を被験者に配布し、教育上の目標を理解してもらう。
- (2) テーマに基づき、個々の被験者が作文を行う。なお、学習者は、作文の過程で、自分の作文に対してマークアップを行う。また、システムによる誤りの指摘に基づき、作文を修正する。
- (3) 個々の被験者は、それぞれ 4 名の被験者の作文を添削する。各被験者は他の 4 名の被験者の添削を受ける。なお、添削する相手に添削内容がうまく伝わるように、添削を行う前に添削マニュアルを配布した。
- (4) 添削に基づき、自分の作文を修正する。なお、被添削者は添削結果に返答すること、添削結果を受け入れなくてもよいが、その理由を明記することが求められる。

5.2 実験 2

実験 2 では、提案手法と従来手法との比較を行うために、作文支援システムを利用しない作文演習を想定して実験を行う。なお、学習者同士の添削は行わない。

実験条件は、被験者以外、実験 1 と同一である。被験者は、実験 1 と重複しない 18 名（同一大学同一学部）である。実験手順は、実験 1 と同様、章立てに関する資料を被験者に配布し、教育上の目標を理解した上で、作文支援システムを使わないで作文してもらった¹¹。また、筆者が実験後に実験 1 と同様の基準でマークアップを行った。

5.3 実験結果

まず、表 2「提案手法」（2 行目）に実験 1 の作文結果をまとめる。示した数値は、全被験者の平均値である。最左列から、作文に含まれる文字数、文数である。「構造」「必須」は、それぞれ、必須記述項目以外に対する学習者のマークアップ数、必須記述項目に対するマークアップ数である。「誤り（章立て）」は、章立てに関連する作文規則（1～9）により検出された誤りのうち、被験者が修正せずに残してしまった誤りの数を表す。「誤り（その他）」は、作文規則（10～16）により検出された誤りのうち、被験者が修正せずに残してしまった誤りの数を表す。「誤り（必須）」は、必須記述項目に関連する作文規則（17～22）で検出された誤りのうち、被験者が修正せずに残してしまった誤りの数である。

次に、表 2「従来手法」に実験 2 の作文結果をまとめる。また、提案手法と従来手法とを比較するために、両者の結果に対して、ウィルコクソンの順位和検定を行った。表 2「p 値」に、p 値を示す。

表 3 に実験 1 における添削結果を示す。示した数値は、全被験者の合計値である。表 3「添削数」（2 行目）は他の学習者から受けた添削数、「修正数」はそのうち作文の著者が修正した数である。「誤字脱字」から「その他」までが、添削種類別の添削数である。「全体」は、作文中の個別の箇所ではなく、作文全体に対して行われた添削の数である。「合計」は全添削種類の合計添削数、「添削」は他の被験者の作文に対して行った添削の総数である。

表 2 作文、および、マークアップ結果

	文字数	文数	構造	必須	誤り（章立て）	誤り（その他）	誤り（必須）
提案手法	1631	57.2	11.7	6.0	0.50	0.27	0.038
従来手法	1956	65.3	7.39	5.5	2.11	4.50	0.50
p 値	5.03^{-2}	1.55^{-1}	1.87^{-2}	8.94^{-2}	2.80^{-2}	9.71^{-13}	1.84^{-2}

¹¹ 作文は、ワードプロセッサなどを利用し、電子的なテキストの形で提出してもらっている。

表 3 添削結果

	誤字脱字	説明不足	冗長表現	文法誤り	口語表現	その他	全体	合計	添削
添削数	24	9	13	25	17	48	46	182	198
修正数	23	7	11	23	12	40	38	154	168

6 評価

6.1 システム, 学習者間のインタラクションの評価

ここでは, 相互教授モデル中のインタラクションのうち, システムと学習者間のインタラクションを評価する. 6.1.1~6.1.3 節では提案手法について扱い, 6.1.4 節では提案手法と従来手法との比較を行う.

6.1.1 章立てに関する評価 (提案手法)

作文の「章立て」を定量的に評価するために, 章立てに関する学習者のマークアップと, 作文規則への適用結果を分析してみる. 表 2「構造」より, 必須記述項目以外の文章構造に関するマークアップは, 平均 11.7 カ所である. このうち, 章節タイトル (章, 節, 小節, 小々節のタイトル) のマークアップ数は, 平均 9.3 カ所である. 1 作文あたりの章の数は, 5.0 個であった. また, 章節の階層の深さは, 平均で 1.59 だった. 表 2「文字数」に示したとおり, 作成された作文の文字数は平均 1631 文字なので, おおよそ, 400 字詰め原稿用紙 4 枚に, 5 章からなる作文が作成されたことになる.

作成された作文は表 1 の作文規則 1 から 9 で検査されているので, 表 2 (「誤り (章立て)」列) に示されている誤り 13 カ所¹²以外は, 作文規則 (1 から 9) に適合した章立て構造を持った作文が作成されたことを意味する.

解決されずに残された誤りの内訳は, (a) 章節タイトルに番号がないもの (12 カ所, 作文規則 9 により検出), (b) 序章が 1 章以外に存在するもの (1 カ所, 作文規則 5 により検出) だった. (a) は学習者のミス, もしくは, 恣意的な「誤り」(エラー表示の中には誤りの修正が必須でないものも含まれるため, あえてそのままにした可能性がある) によるものと思われる. (b) は学習者の章立てに対する理解不足と思われる.

以上の結果から, 章節タイトル番号がない問題を除けば, 作文規則 1 から 9 に規定される範囲内で, 章立てがうまく行われたと考えられる.

ただし, 現状の作文規則では十分検出できなかった誤りもある. 具体的には, (1) 第 1 章に必要以上の情報を書き込む学習者が存在したこと (2 名の学習者), (2) 章立てを過度に細かくす

¹² 章節タグのつけ誤りにより 5 カ所が誤りと検出されたが, それらは誤りとしてカウントしていない.

る学習者が存在したことである（例えば、一つの章に1文しかないものが見受けられた）。前者については、序章に含まれる節数や文字数を制約する作文規則を追加すること、後者については、章の数、もしくは、各章に含まれる文字数の下限を制約する作文規則を作成することにより、防止できるものと考えられる。

6.1.2 必須記述項目による評価（提案手法）

表2「必須」を見ると、必須記述項目に関するマークアップ数は、一人当たり平均6カ所である。マークアップされた部分に関して、その内容を確認したところ、すべて正しくマークアップされていた。したがって、作文規則（17～22）がうまく機能し、必須記述項目が正しく作文されたと考えられる。

必須記述項目に関連する作文規則により検出され、修正されずに残ったエラーは、表2「誤り（必須）」に示したとおり、被験者一人あたり平均0.038カ所（合計1カ所）であった¹³。エラーとして残った1カ所は作文規則22により検出された誤りで、作文にまとめの記述がなかった。当該の学習者は、他の必須記述項目については、正しくマークアップを行っていたので、まとめを作文にうまく組み込めなかったことが考えられる。

上記の誤り例や6.1.1節の誤り(b)のように教師の指導が必要な場合も検出される。したがって、本システムを運用する場合は、3.1節の手順7で示したように、検出された誤りを教師が分析し、作文後の授業で、指導することが好ましいと考える。

6.1.3 自動付与された作文要素による誤り検出の評価（提案手法）

ここでは、自動的に付与された作文要素による誤り検出について評価するために、作文規則10から15によって検出された誤りを分析する。

表2「誤り（その他）」を見ると、誤りが修正されずに残っているのは、被験者一人あたり0.27カ所（合計7カ所）だった¹⁴。

その内訳は、3カ所が作文規則14（文体は「ですます」調で書く）に反して「だ・である」調で書かれていたもの、残り4カ所は作文規則15（話し言葉を用いてはいけない）に違反したもののだった。前者・後者の誤りとも、（それぞれ別の）1名の被験者によるものである。このうち、前者は、箇条書き部分だけ「だ・である」調で書かれていたので、被験者の意志だと考えられる。後者は、作文規則15に対する被験者の認識不足か、不注意だと思われる。

以上の結果から、作文規則10から13で規定されている事柄、つまり、文、段落の長さや図タイトルに関する誤りは、抑制されているものと考えられる。作文規則14、15で規定さ

¹³ 作文規則17から20により検出されたエラーは、合計11カ所あった。しかし、10カ所については、対応する必須記述項目に関する記述が作文中にあることから、学習者のマークアップのつけ忘れだと考えられる。

¹⁴ ただし、形態素解析誤りなどの、作文要素自動付与誤りに起因するものは除いている。

れている文体関連の事柄については、部分的に誤りが残るが、従来手法では合計 72 カ所の誤りが検出されたので、作文規則の効果があったことが確認できる。

6.1.4 従来手法との比較

まず、表 2「誤り（章立て）」「誤り（必須）」「誤り（その他）」の値を合計すると、修正されずに残った誤りは、提案手法は一人あたりの平均で 0.85 カ所、従来手法は 7.1 カ所となり、提案手法では作文規則によって、誤りが抑制されていることがわかる。

次に、表 2「p 値」より、提案手法と従来手法とで有意な差が出たのは、「誤り（その他）」($p < .01$)、および、「構造」「誤り（章立て）」「誤り（必須）」($p < .05$)である。このことから、提案手法は、従来手法と比較して、(a) 多くの章立てがなされること、(b) 章立て、構造（作文規則 10～16 に反する）、必須記述項目に関する誤りが少ないこと、が確認された。

従来手法と比較して、多くの章立てがなされた要因としては、二つのことが考えられる。一つは、学習者自身が自分の作文に対してマークアップを行ったことにより、章立てが促進されたことである。もう一つは、作文規則 4（作文には章が三つ以上ある）に基づくチェックを行ったことにより、章の数が結果的に増えたことである。

一方、(b) の結果が得られた要因としては、作文規則によるチェックが有効に機能したことが考えられる。表 2「提案手法」の「誤り（章立て）」「誤り（その他）」「誤り（必須）」が、作文規則を適用したときに（修正されずに）残る誤り数なので、表 2「従来手法」の結果との差分が、作文規則を適用したことによる効果だと考えられる。この差分となる効果を生み出した作文規則を明らかにするために、「従来手法」の作文中の誤りを検出した作文規則を見てみると、特に有効に機能したのは、作文規則 4（「誤り（章立て）」の誤りのうち、32%）、作文規則 9（同 32%）、作文規則 14（「誤り（その他）」の誤りのうち、67%）、作文規則 15（同 22%）であることがわかった。

6.2 学習者間のインタラクションの評価

ここでは、学習者間のインタラクションの評価として、学習者同士の添削結果を分析する。

6.2.1 定量的評価

まず、添削の効果を検証する。表 3 の「合計」列に示したとおり、合計で 182 カ所の添削がなされ、そのうち、154 カ所が添削対象の作文の著者によって修正されている。したがって、今回の実験では、作者から見て、約 85% の添削が作文の内容を改善するのに役立ったことがわかる。

添削の種類別に添削数を見てみると、「その他」が全体の約 27% を占め、そのあと、「文法誤り」「誤字脱字」「口語表現」といった表記に関する添削が続く。「その他」の内訳については、次節で詳しく見てみることにする。

次に、学習者を「添削者」という観点から見てみる。表3の「添削」列のとおり、198回の添削のうち¹⁵、168回の添削が添削対象の作文の著者により修正されており、全体的には約85%の添削が被添削者に受け入れられている。ただし、学習者別に添削数を見てみると、最大23カ所、最小1カ所とばらつきが大きかった。添削数にばらつきがでる原因は、学習者の能力による要因以外にも、添削対象の作文、添削者との関係が考えられる。例えば、添削対象の作文が優秀な作文であれば、添削数は少なくなる。また、添削対象となる作文の著者が知り合いの上級生であれば、添削するのを遠慮する可能性がある。特に、後者の要因に関しては、どのような学習者集団を設定すれば、添削が活発になされるかを今後調査する必要がある。

6.2.2 定性的評価

ここでは、種類別に添削の内容を定性的に評価する。表3に示した種別ごとに、実際の添削例を示す。

- 誤字・脱字

修正前： モネは生涯でたくさんの水連の絵を描きましたが

修正後： モネは生涯でたくさんの睡蓮の絵を描きましたが

添削内容： 睡蓮では？

- 説明不足

修正前： 満天の星を眺めて満喫します。

修正後： 満天の星を眺めてモンゴルの大自然を満喫します。

添削内容： 満喫するには、何を満喫するのかを書く必要があるかと思います。モンゴルの星空を満喫するのか、モンゴルの大自然を満喫するのか、書いたほうがわかりやすいと思います。

- 冗長表現

修正前： この計画の発案者は私なので、私が幹事を務めることになりました。

修正後： 発案者の私が幹事を務めることになりました。

添削内容： 「発案者の私が」とするとすっきりすると思います。

- 文法誤り

修正前： おおまかな計画が立てることができました。

修正後： おおまかな計画を立てることができました。

添削内容： 「を立てる」になると思います。

- 口語表現

修正前： 僕はやっぱり「食べる」というのが一番の醍醐味だと思っています。

¹⁵ 「合計」のほうが「添削」よりも少ないのは、前者が添削された場所の数であり、1カ所に複数の学習者が添削を行う場合があるからである。

修正後： 僕はやはり「食べる」というのが一番の醍醐味だと思っています。

添削内容： 「やはり」のほうがよいのではないのでしょうか？

なお、「その他」として分類された添削には、多様な種類の添削内容が含まれていた。量的に最も多いのが、より適切な語句や表現の提案であり、約半数がこの種類の添削だった。次に多かったのが、表記の変更を提案するもので、9例あった。それぞれの例を次に示す。

- より適切な語句や表現の提案
 - － 3, まとめ → 3, おわりに (第1章が「はじめに」だったため)
 - － 必ず暖かい服装をご用意ください。 → 必ず暖かい服装でご参加ください。
- 表記の変更の提案
 - － 楽しんできたいとおもいます。 → 楽しんできたいと思います。
 - － 八月十五日から十八日までの四日間 → 8月15日から18日までの4日間 (横書に漢数字は読みにくいとの指摘があった)

以上のように、表記上の誤り(誤字・脱字や文法誤りに示した例を参照)に対する支援だけでなく、「説明不足」「冗長表現」「その他」で示した例のように、周辺文脈の意味を考慮した上で、改善例を示すような支援も可能である。これは、従来の作文支援システムでは実現が困難だった支援である。学習者の添削のうち約85%が作文の改善に寄与することと、他人に作文知識を教授すること効果を考慮すると、学習者間の添削は、作文支援の方法として、有効であると考えられる。

7 おわりに

本論文では、学習者向けの作文支援手法として、学習者、教師、システム間で互いに作文に関する知識を教えあう、相互教授モデルを提案した。本モデルの新規性は、次の点にある。

- 作文規則を用いることにより、教師の指導意図を学習者に徹底させつつ、学習者同士の知識教授を実現できること
- 学習者のアノテーションが手間になるのではなく、作文技術習得上の助けになること。
また、複数の学習者を想定することにより、学習者のアノテーションの誤りを防止していること

さらに、相互教授モデルに基づいた作文支援システムを実現した。実現したシステムを評価するために、提案手法と従来手法による作文実験を行い、次の結果を得た。

- 問題点1に対しては、相互教授モデルが有効に機能し、次のように意味解析が必要となるような支援を行うことができた。
 - － 学習者・システム間のインタラクションによる、「章立て」や必須記述項目などに対する支援

— 学習者同士の添削による, 「説明不足」「冗長表現」などに対する支援

- 問題点2に対しては, 作文規則により対応した. 今回の実験では, 教育上の目標を「章立て」の習得, 作文テーマを「旅行計画」と設定して, 作文規則を記述した.
- 作文規則に照らし合わせて修正されずに残った誤りは, 従来手法が一人あたりの平均で7.1ヵ所だったのに対して, 提案手法は0.85ヵ所に削減することができた. また, 提案手法で作成した作文は, 従来手法の作文よりも, 有意に誤りが少ないことを確認した. この結果は, 学習者・システム間のインタラクション, および, 作文規則が有効に機能したことを示すものである.

今後は, 教師が容易に作文規則を設定できるようなインターフェイスの実現を行いつつ, さらなる作文課題に対して, 提案手法が有効に機能するか検証を進める予定である. また, 今回扱わなかった, システムから教師への知識教授についても, 大量の作文に対する教師用の作文分析支援手法を検討中である.

謝 辞

本研究を評価するにあたって行われた作文実験に参加してくださった被験者の方々, 実験結果の集計を支援してくださった方々に深く感謝いたします. なお, 本研究は, 科学研究費補助金・基盤研究(C)(課題番号 20500822)の助成を受けて行われたものである.

参考文献

- 綾聡平, 松尾豊, 岡崎直観, 橋田浩一, 石塚満 (2005). 修辞構造のアノテーションに基づく要約生成. 人工知能学会論文誌, **20** (3), pp. 149–158.
- Brockett, C., Dolan, B., and Gamon, M. (2006). “Correcting ESL errors using phrasal SMT techniques.” In *Proceedings of the COLING/ACL 2006*, pp. 249–256.
- Burstein, J., Kukich, K., Wolff, S., Lu, C., Chodorow, M., Braden-Harder, L., and Harris, M. (1998). “Automated scoring using a hybrid feature identification technique.” In *Proceedings of the COLING/ACL 1998*, pp. 206–210.
- Chodorow, M. and Leacock, C. (2000). “An Unsupervised Method for Detecting Grammatical Errors.” In *Proceedings of the NAACL 2000*, pp. 140–147.
- 原田三千代 (2006). 中級学習者の作文推敲課程に与えるピア・レスポンスの影響—教師添削とその比較—. 『日本語教育』, **131**, pp. 3–12.
- 橋田浩一 (1998). GDA 意味的修飾に基づく多用途の知的コンテンツ. 人工知能学会誌, **13** (4), pp. 528–535.

- 今枝恒治, 河合敦夫, 石川裕司, 永田亮, 梶井文人 (2003). 日本語学習者の作文における格助詞の誤り検出と訂正. 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, **2003** (13), pp. 39–46.
- 井上達紀, 佐渡島紗織 (2005). アカデミックライティングへの Jess 導入の試み. 日本行動計量学会大会発表論文抄録集, 33 巻, pp. 378–381.
- 石岡恒憲 (2004). 記述式テストにおける自動採点システムの最新動向. 行動計量学, **31** (2), pp. 67–87.
- Ishioka, T. and Kameda, M. (2006). “Automated Japanese Essay Scoring System based on Articles Written by Experts.” In *Proceedings of the 21st International Conference on Computational Linguistics and 44th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 233–240.
- 笠原健成, 小林栄一, 荒井真人, 絹川博之 (2001). マニュアルの校閲作業における文書推敲支援ツールの実適用評価. 情報処理学会論文誌, **42** (5), pp. 1242–1253.
- 小谷善行 (1989). IAC: 利用者が教えるというパラダイムによる教育ツール. 教育におけるコンピュータ利用の新しい方法シンポジウム報告集, pp. 49–53. 情報処理学会.
- 黒橋禎夫, 河原大輔 (2005). 日本語形態素解析システム Juman version 5.1.
<http://nlp.kuee.kyoto-u.ac.jp/nl-resource/juman.html>.
- 沖森卓也, 半沢幹一 (1998). 日本語表現法. 三省堂.
- 大林史明, 下田宏, 吉川榮和 (2000). 仮想生徒へ「教えることで学習する」CAI システムの構築と評価. 情報処理学会論文誌, **41** (12), pp. 3386–3393.
- Sharoff, S., Babych, B., and Hartley, A. (2006). “Using comparable corpora to solve problems difficult for human translators.” In *Proceedings of the COLING/ACL 2006*, pp. 739–746.
- 庄司達也, 山岸郁子, 小野美典, 安達原達晴 (2007). 日本語表現法—21 世紀を生きる社会人のたしなみ. 翰林書房.
- 砂岡和子, 劉松 (2006). 誤用データ機能を備える WEB 中国語作文添削支援システム設計と開発. 2006PC カンファレンス論文集.
- Takabayashi, S. (2004). *Synthetic Assistance for Creation and Communication of Information*. Ph.D. thesis, Nara Institute of Science and Technology.
- 田近洵一, 井上尚美 (2006). 国語教育指導用語辞典 (第 3 版). 教育出版.
- 梅村祥之, 増山繁 (2007). 仕事文推敲支援に向けた連体修飾不足に対する受容性判定法. 自然言語処理, **14** (4), pp. 43–65.
- Usami, Y. and Yarimizu, K. (2007). “Design of XECS (XML-based Essay Correction System): Effects and implications.” In *Proceedings of the CASTEL-J in Hawaii 2007*, pp. 182–184.

略歴

山口 昌也：1992 年東京農工大学工学部数理情報工学科卒業。1994 年同大学院博士前期課程修了。1998 年同大学院博士後期課程修了。博士（工学）。同年、同大学工学部助手。2000 年国立国語研究所研究員、現在に至る。自然言語処理の研究、コーパス構築に従事。言語処理学会、情報処理学会、日本教育工学会、日本語学会、社会言語科学会各会員。

北村 雅則：1998 年関西大学文学部国文学科卒業。2000 年名古屋大学大学院文学研究科国文学専攻国語学専門博士前期課程修了。2005 年名古屋大学大学院文学研究科人文学専攻日本文学日本語学講座博士後期課程満期退学。博士（文学）。2006 年国立国語研究所研究開発部門言語資源グループ特別奨励研究員、2008 年名古屋学院大学商学部講師、現在に至る。日本語学（現代語文法、文法史）、作文教育の研究に従事。日本語学会、日本語文法学会、日本語用論学会、言語処理学会、日本教育工学会各会員。

棚橋 尚子：1983 年愛知教育大学教育学部小学校課程国語科卒業。1989 年兵庫教育大学大学院学校教育研究科教科・領域教育専攻言語系コース（国語）修士課程修了。名古屋市立の中学校教諭、広島大学附属小学校教諭を経て 1995 年群馬大学教育学部専任講師、1997 年同助教授。1999 年奈良教育大学教育学部助教授。2006 年同教授、現在に至る。漢字教育を中心とした国語科教育の研究に従事。全国大学国語教育学会、日本国語教育学会、中国四国教育学会、日本言語政策学会各会員。

（2008 年 9 月 2 日 受付）

（2009 年 4 月 11 日 再受付）

（2009 年 7 月 17 日 採録）